DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Caldasia 21 (1): 26-37

NUEVOS REGISTROS DE DIATOMEAS (BACILLARIOPHYCEAE) DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

SILVIA ESTELA SALA

Departamento Científico Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n, 1900, La Plata, Argentina. museo@isis.unlp.edu.ar

SANTIAGO R. DUQUE

Instituto Amazónico de Investigaciones – Sede Leticia, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 215, Leticia, Colombia. sduque@bacata.usc.unal.edu.co

MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Cra. 5 No. 8-28. Leticia, Colombia.

ANABEL ALEJANDRA LAMARO

Departamento Científico Ficología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n, 1900. La Plata, Argentina.

Resumen

Se citan diez taxones de diatomeas por primera vez para la Amazonia colombiana. Los taxones pertenecen a los géneros *Cyclotella* (1), *Aulacoseira* (2), *Achnanthes* (1), *Lemnicola* (1), *Amphipleura* (1), *Gyrosigma* (1), *Stauroneis* (1), *Hantzschia* (1) y *Nitzschia* (1). Cuatro de ellos, *Aulacosiera granulata* var. *angustissima, Achnanthes inflata, Gyrosigma spencerii* y *Stauroneis phoenicenteron* se registran por primera vez en Colombia. Se discute la morfología valvar de cinco de las especies tratadas.

Palabras clave: Amazonia, Colombia, Diatomeas, Ultraestructura.

Abstract

Ten diatom taxa are recorded for the first time from the Colombian Amazon basin, in the genera *Cyclotella* (1), *Aulacoseira* (2), *Achnanthes* (1), *Lemnicola* (1), *Amphipleura* (1), *Gyrosigma* (1), *Stauroneis* (1), *Hantzschia* (1) and *Nitzschia* (1). Four of these, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Achnanthes inflata*, *Gyrosigma spencerii, and Stauroneis phoenicenteron*, are recorded for the first time in Colombia. Details of the valve morphology for five taxa are discussed.

Key words: Amazon basin, Colombia, Diatom, Ultrastructure.

Introducción

Los trabajos sobre diatomeas de América tropical son escasos a pesar del interés que tienen estas regiones por la gran diversidad biológica que albergan. Los únicos antecedentes para el área son los trabajos clásicos de Hustedt en Schmidt et al. (1874-1959) y Ehrenberg (1841) y más recientemente el de Reichardt (1995) y las que se mencionan en revisiones taxonómicas, como las de Krammer (1997 a y b). Respecto a la cuenca amazónica y, en particular, para el Brasil, Uherkovich (1984) mencionó cerca de 43 diatomeas, en especial del orden Centrales. Putz & Junk (1997) revisaron trabajos más recientes indicando nuevamente la importancia de las diatomeas Centrales.

Para la Amazonia colombiana se cuenta sólo con algunas publicaciones generales sobre fitoplancton (Duque 1998), siendo éste el primer estudio florístico de diatomeas para la región. El presente trabajo comprende la revisión de algunos taxones de los Ordenes Centrales y Pennales que, aunque presentan una amplia distribución mundial, se citan por primera vez para la cuenca amazónica colombiana. El trabajo forma parte del proyecto "Catálogo ilustrado y biología de las comunidades de algas asociadas a sistemas acuáticos en la Amazonia colombiana".

Materiales y métodos

Las muestras analizadas fueron recolectadas entre 1993 y 1994 en ambientes de la ribera colombiana del río Amazonas (Fig. 1). Sus características limnológicas se resumen en la Tabla 1. El Lago Yahuarcaca III (sistema interior) y el Lago Resaca son ambientes de aguas blancas tipo I, por pertenecer a la várzea del río Amazonas (Duque et al. 1997). Los lagos El Correo y Tarapoto así como la quebrada Arara son sistemas de aguas negras tipo I, porque presentan mineralización más alta respecto a sistemas de las cuencas del Putumayo (tipo II) y del Caquetá (tipo III) en la Amazonia Colombiana (Duque et al. 1997).

Los muestreos horizontales y verticales de fitoplancton se realizaron con red de 24 µm de diámetro de poro en la zona eufótica de los lagos. Para la quebrada, se recolectó en el centro del cauce por 5 minutos. El ticoplancton se obtuvo por estrujamiento de macrófitos.

Las muestras se fijaron con Transeau y se trataron según el método de Hasle & Fryxell (1970) y/o con mufla a 500°C durante 10 minutos a fin de eliminar la materia orgánica. Para el análisis al microscopio óptico (MO) se montaron en Hyrax y en tacos de vidrio, posteriormente metalizados con oro-paladio, para su estudio al microscopio electrónico de barrido (MEB). Las observaciones se realizaron con microscopio óptico Wild M20 y microscopio electrónico de barrido JEOL TM100 y las ilustraciones con cámara clara Wild. Todo el material está depositado en la Colección Ficoteca Amazónica de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Leticia bajo los siguientes números:

159: Lago Tarapoto, Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, fitoplancton. 9 ene 1993.
163: Quebrada Arara. Leticia, Amazonas, Colombia, ticoplancton. 2 mar 1993.
257: Lago El Correo, Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, fitoplancton. 14 ago 1994.
261: Lago Tarapoto, Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, ticoplancton. 15 ago 1994.
270: Lago Resaca, Isla Mocagua, Amazonas, Colombia, ticoplancton. 19 ago 1994.

Tabla 1. Información limnológica de los ambientes estudiados

VARIABLES	ESTACIONES					
	159 **L. Tarapoto**	163 **Q. Arara**	257 **L. El Correo**	261 **L. Tarapoto**	270 **L. Resaca**	300 **L. Yahuarcaca**
Temperatura (°C)	32.0	26.7	26.0	29.0	30.0	25.5
pH	6.0	6.6	6.7	7.1	7.4	7.0
O_2 (% saturación)	80.0	21.5	28.4	86.8	86.0	76.0
Transparencia (cm)	0.50	0.65	0.85	100.0	105.0	30.0
Conductividad (µS/cm)	102.0	106	135.0	160.0	180.0	175.0

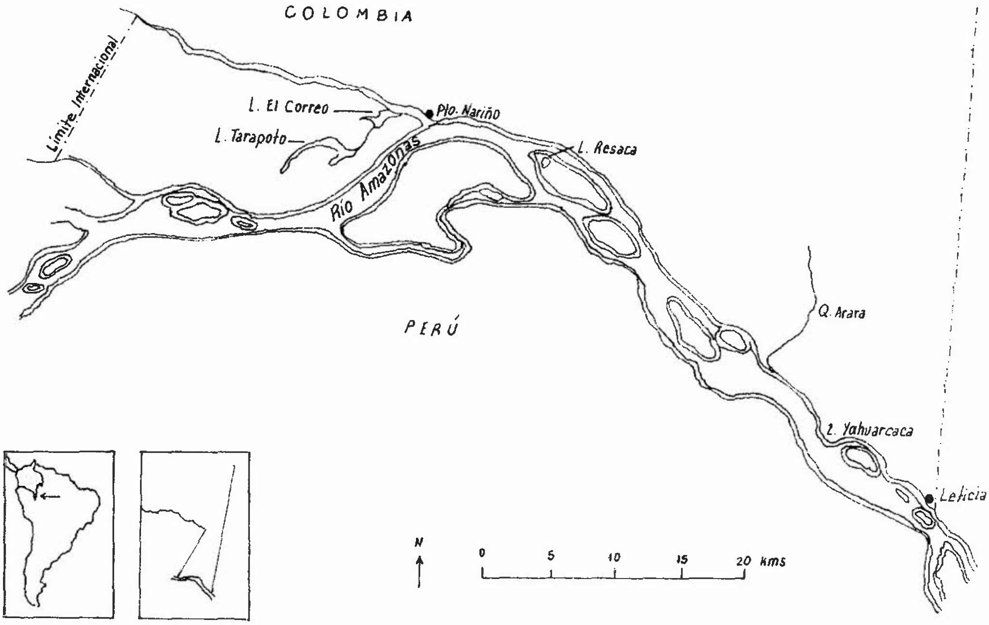


Figura 1. Localización de los ambientes acuáticos visitados

300: Lago Yahuarcaca III, Leticia, Amazonas, Colombia, fitoplancton. 3 nov 1994.

Las submuestras sin tratar, tratadas y preparados fijos se encuentran en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Leticia y en el Herbario del Departamento Científico Ficología del Museo de Ciencias Naturales de La Plata - Argentina.

El esquema de clasificación adoptado es el de Simonsen (1979), con la introducción de algunos géneros según la propuesta de Round et al. (1990); en los aspectos nomenclaturales se siguió en general a VanLandingham (1967-1979). La terminología empleada es la propuesta por Anónimo (1975) y Ross et al. (1979). Para la distribución en Colombia se utiliza el trabajo de Duque (inédito) y de provincias limnológicas definidas por Donato (1998). Las descripciones de cada taxón se acompañan con información sobre requerimientos ecológicos y distribución geográfica.

Resultados

ORDEN CENTRALES

Familia Thalassiosiraceae

Cyclotella meneghiniana Kützing. Figs. 12a y b.

Kützing 1844: 50, lam. 30, fig. 68; Lowe 1975: 416, figs. 3- 6.

Células solitarias. Superficie valvar oblicuamente ondulada, diferenciada en un área central lisa hacia adentro y ornamentada hacia afuera, con areolas irregularmente dispuestas, fascículos multiseriados, alveolados. Procesos reforzados, con tres poros satélites, distribuidos en un anillo marginal sobre el manto y 1-3 excéntricos, sobre la superficie valvar. Un proceso labiado pedicelado ubicado a la altura de los procesos reforzados marginales. Manto valvar corto, ornamentado con espinas grandes, distribuidas sobre la abertura de los procesos reforzados, debajo de los cuales se encuentran espinas pequeñas de disposición variable. Dimensiones: diámetro: 8.5-15 µm; estrías en 10 µm: 7-12.

Material Estudiado. 159, 163, 257 y 300.

Caracterización Ecológica. Presente en aguas dulces y levemente salobres; litoral y planctónica; halófila; eurioxibionte; alcalífilo (Luchini & Verona 1972, Zalocar & Maidana 1997).

Distribución. Cosmopolita. Uherkovich & Rai (1979) encontraron esta especie en algunas corrientes tributarias del río Negro en la Amazonia brasilera. En Colombia ha sido observada en la provincia andina y provincia costera (Santiago Duque, datos inéditos).

Familia Melosiraceae

Aulacoseira granulata var. ***granulata*** (Ehrenberg) Simonsen. Figs. 2, 13a, 13b.

Simonsen 1979: 58; Krammer & Lange-Bertalot 1991: 22, lám. 16, figs. 1-2, lám. 17, figs. 1-10, lám. 18, figs. 1-12, lám. 19, figs. 1, 2, 8.

Frústulos rectangulares en vista conectival, reunidos por su cara valvar formando colonias filiformes, rectas. Las colonias presentan dos tipos de células: las intermedias con una hilera de espinas cortas en la unión de la superficie valvar y manto y las terminales (o células de unión), que presentan además 2-4 espinas largas y depresiones longitudinales (donde se ubican las espinas de las células adyacentes). Manto con areolas subcuadrangulares dispuestas en hileras paralelas al eje pervalvar, en algunos ejemplares ligeramente helicoidales; collum ancho y sulcus poco marcado. Dimensiones: altura del manto: 3.2-19.2 µm; diámetro valvar: 4.2-8 µm; altura del manto/diámetro: 0.57-3.84; estrías en 10 µm: 10-14; areolasen 10 µm: 9-14.

Material Estudiado. 159,163 y 300.

Caracterización Ecológica. Presente en aguas moderadamente eutróficas; alcalinidad menor de 8 mg/l; pH menor de 9; conductividad menor de 600 µS/cm y contenido de sílice 5-10 mg/l; preferentemente en cuerpos de agua bien mezclados (Kilham & Kilham 1975, Zalocar & Maidana 1997).

Distribución. Cosmopolita. Esta especie es común de encontrar en ríos y lagos de la Amazonia (Uherkovich 1984, Putz & Junk 1997). Está registrada para la provincia andina y la provincia de zonas bajas (Santiago Duque, datos inéditos).

Aulacoseira granulata var. ***angustissima*** (O. Müller) Simonsen. Figs. 3, 14.

Simonsen 1979: 58; Krammer & Lange-Bertalot 1991: 23, lám. 18, fig. 13.

Esta variedad difiere de la variedad tipo por su menor diámetro y por presentar areolas circulares con velum tipo volae (Fig. 14). Dimensiones: altura del manto: 12- 14.4 µm; diámetro: 2.4- 4 µm; altura del manto/diámetro: 3-5.3.

Material Estudiado. 300.

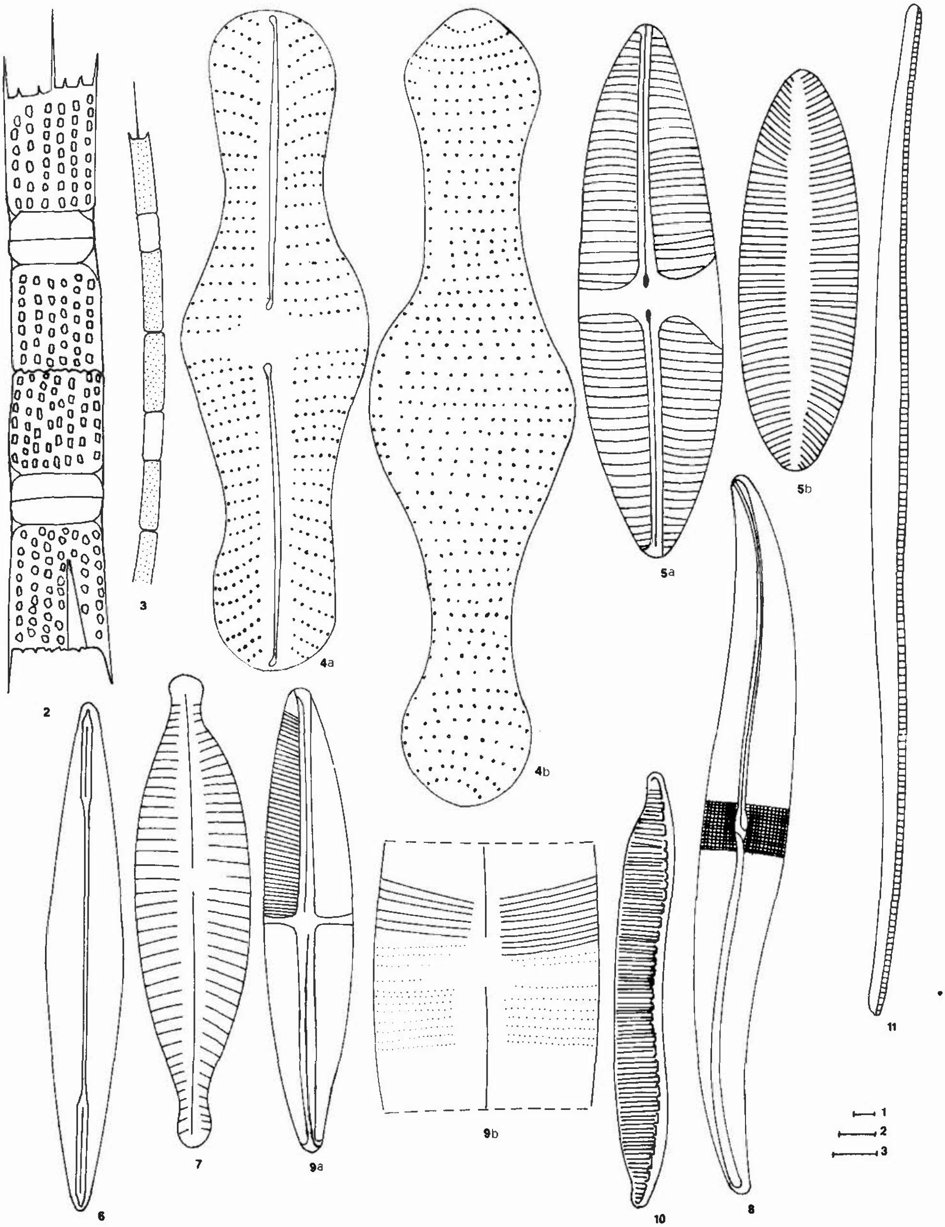
Caracterización Ecológica. Presente en cuerpos de agua lénticos, euplanctónica, oligohalobia, alcalífila, pH 6.2-9, mesosapróbica (Gómez 1988). Al igual que la variedad tipo, *A. granulata* var. *angustissima* está presente en ríos y lagos de aguas blancas, negras y claras de la Amazonia.

Distribución. Cosmopolita. Esta variedad no se había registrado en Colombia.

ORDEN PENNALES

Familia Achnanthaceae

Achnanthes inflata (Kützing) Grunow. Figs. 4a, 4b.
Grunow 1870: 7, Krammer & Lange-Bertalot 1991: 6, lám. 2, figs. 9-12, lám. 3, figs. 1-3.



Figuras 2 - 11. Diatomeas citadas en el presente trabajo. 2. *A. granulata* var. *granulata*. Frústulos en vista conectival; 3. *A. granulata* var. *angustissima*. Frústulos en vista conectival; 4. *A. inflata*. (a) valva con rafe; (b) valva sin rafe; 5. *L. hungarica*. (a) valva con rafe; (b) valva sin rafe; 6. *A. lindheimerii*. Vista general de la valva; 7. *G. parvulum*. Vista general de la valva; 8. *G. spencerii*. Vista general de la valva; 9. *S. phoenicenteron*. (a) vista general de la valva; (b) detalles de estrías y extremos proximales del rafe; 10. *H. amphioxys*. Frústulo en vista valvar; 11. *N. sigma*. Vista general de la valva. Las figuras 3 y 9a tienen una escala de 5 µm (escala 1 de la lámina); figuras 8 y 10 de 5 µm (escala 2); figura 6 de 10 µm (escala 2); figuras 4b, 5a y 5b de 2.5 µm (escala 3) y figuras 2, 4a, 9b y 11 de 5 µm (escala 3).

Valvas de lados doblemente cóncavos que delimitan un centro ensanchado y extremos ampliamente capitados. Valva con rafe: área axial linear, ensanchada al alcanzar el área central de tipo fascia. Estrías rectas paralelas o ligeramente radiales, en el centro de la valva y curvas y radiales en los extremos. Areolas subcuadrangulares. Rafe lateral. Valva sin rafe: área hialina excéntrica. Estrías similares a las de la valva con rafe. Dimensiones: largo: 36-56 µm; ancho: 11-16 µm; estrías en 10 µm: valva con rafe 14-15, valva sin rafe 12-14; areolas en 10 µm: valva con rafe 16-22, valva sin rafe 16-17.

MATERIAL ESTUDIADO. 159

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Presente en aguas con pH neutro y alcalino; oligohalobia indiferente (Patrick & Reimer 1966).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. Esta es la primera cita de la especie para Colombia. West (1914) cita para Colombia a *A. inflatum* Cleve, taxón que no es considerado sinónimo de *A. inflata* (VanLandinham 1967-1979).

Lemnicola hungarica (Grunow) Round & Basson. Figs. 5a, 5b, 15.

Round & Basson 1997: 77, figs. 4-7, 26-31.

Valva linear-lanceolada de ápices subagudos. Valva con rafe: área axial estrecha, área central formando un estauro asimétrico. Estrías biseriadas, paralelas a ligeramente radiales en toda la valva. Rafe filiforme. Valva sin rafe: área axial de ancho variable, lanceolada, área central ausente. Estrías paralelas en el centro y radiales en el resto de la valva. Dimensiones: largo: 21-48 µm; ancho: 6.4-8 µm; estrías en 10 µm: 18-24.

MATERIAL ESTUDIADO. 159, 261 y 270.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Presente en aguas alcalinas con contenido de electrolitos medio a alto; α-β mesosapróbica, generalmente epífita (Krammer & Lange-Bertalot 1991, como *Achnanthes hungarica*).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. West (1914) la cita para la provincia andina como *Achnanthes hungarica.*

OBSERVACIONES. En algunos ejemplares el área axial de la valva sin rafe es más ancha que lo señalado por otros autores.

Familia Naviculaceae

Amphipleura lindheimerii Grunow. Fig. 6.

Grunow 1862: 469, lám. 13 según Krammer & Lange-Bertalot 1986: 263, lám. 98, figs. 1-3.

Valvas rómbico-lanceoladas con extremos subagudos. Fisuras de la rafe cortas, ocupando 1/4 a 1/6 del eje apical, ubicada sobre una costilla axial, formada por dos costillas cortas que se unen en una costilla longitudinal. Estrías indistinguibles al microscopio óptico. Dimensiones: largo: 158 µm; ancho: 22 µm; relación largo/ancho: 7; largo de la rafe: 24 µm.

MATERIAL ESTUDIADO. 270.

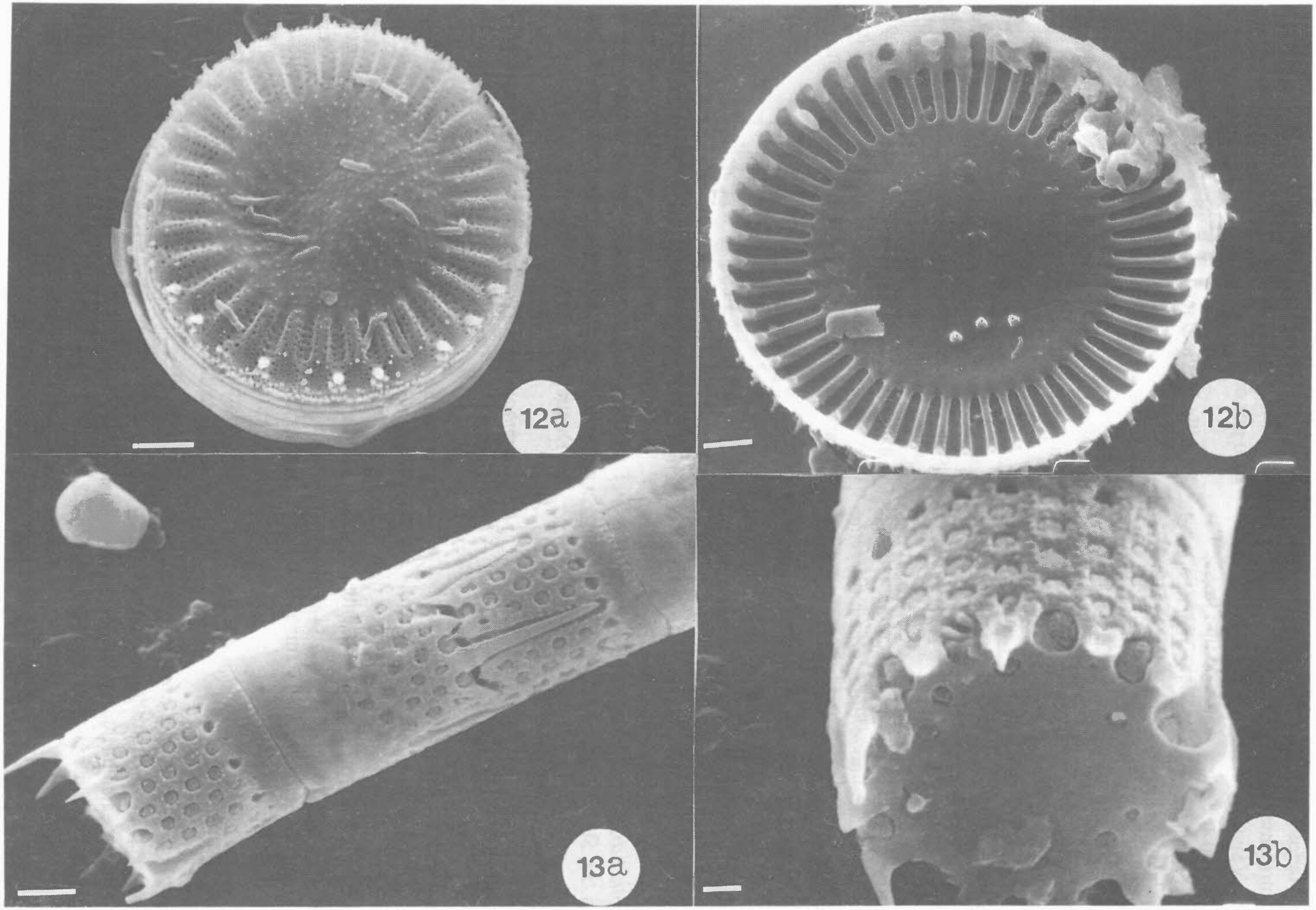
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Presente aguas dulces estancadas o de escasa corriente, estuarina (Luchini & Verona 1972, Zalocar & Maidana 1997).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. En Colombia ha sido encontrada en la provincia de zonas bajas (Santiago Duque, datos inéditos).

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing Figs. 7, 16.

Kützing 1849: 65 según Krammer & Lange-Bertalot 1986: 358, lám. 154, figs. 1-25.

Valvas elípticas de extremos subcapitados, ligeramente heteropolares. Estrías uniseriadas, ligeramente radiales. Estigma en el área central ubicado en el extremo de una de las estrías medias, al MO sólo visible en algunos ejemplares. Area axial ensanchada desde los polos hacia el centro. Area central asimétrica delimitada por el acortamiento desigual del par de estrías medias. Rafe filiforme, extremos proximales internos en forma de gancho, curvados en la misma dirección y distales internos terminados en helictoglosas conspicuas. Dimensiones: largo: 24-30 µm; ancho: 5-7 µm; estrías en 10 µm: 13-17; areolas en 10 µm: 38.



Figuras 12-13. Fotografías al MEB de algunas diatomeas. 12. *C. meneghiniana*. a. vista valvar externa; b. Vista valvar interna; 13. *A. granulata* var. *granulata* a. Frústulo en vista conectival; b. Vista valvar externa, detalle de la superficie valvar. Las figuras 12a, 12b y 13a tienen una escala de 2.5 %m y 13b de 1 µm.

MATERIAL ESTUDIADO. 159, 270, 261 y 300.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. En agua dulce, ubicua, oligohalobia, pH indiferente, eurioxibionte (Luchini & Verona 1972, Zalocar & Maidana 1997). Más abundante en aguas ricas en nutrientes (Patrick & Reimer 1975).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. En Colombia está presente en la provincia andina y provincia de zonas bajas (Santiago Duque, datos inéditos).

Gyrosigma spencerii (Quek.) Griffith & Henfrey. Fig. 8.

Griffith & Henfrey 1856: 303, lám. 11, fig. 17 según Jackson & Lowe 1978: 574, figs. 19-24.

Valvas sigmoides con extremos atenuados. Area axial estrecha; área central elíptica. Rafe filiforme, extremos proximales torcidos en sentido opuesto. Areolas formando estrías transversales y longitudinales. Dimensiones: largo: 90-116 µm; ancho: 12-14 µm; estrías transversales en 10 µm: 17-21; estrías longitudinales en 10 µm: 20-23.

MATERIAL ESTUDIADO. 270.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Limnohalobia, oligohalobia (indiferente?), alcalífila (Patrick & Reimer 1966).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. Es el primer registro de la especie para Colombia.

OBSERVACIONES. Los ejemplares estudiados concuerdan con lo señalado por Patrick & Reimer (1966), pero son más pequeños que lo comentado por Jackson & Lowe (1978).

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg. Figs. 9a, 9b.

Ehrenberg 1841 (1843): 387, lám. 2 (5), fig. 1, lám. 3 (1), fig. 17 según Krammer & Lange-Bertalot 1986: 239, lám. 6, figs. 7-8, lám. 8, fig. 3, lám. 15, fig. 2, lám. 18, fig. 6, lám. 84, figs. 1-3, lám. 85, figs. 1-6.

Valvas lanceoladas de extremos redondeados. Area axial recta, estauro linear o ligeramente ensanchado hacia los márgenes valvares. Estrías uniseriadas, radiales, areolas visibles al microscopio óptico. Rafe lateral, fisuras terminales apenas distinguibles al microscopio óptico, extremos proximales externos dilatados. Dimensiones: largo: 80-107 µm, ancho: 15-21 µm; estrías en 10 µm: 18.

MATERIAL ESTUDIADO. 270.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Oligohalobia, pH indiferente, béntica eurioica (Patrick & Reimer 1966, Zalocar & Maidana 1997).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. Se registra por primera vez para Colombia.

Familia Nitzschiaceae

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow Fig. 10.

Grunow 1880 en Cleve & Grunow: 103 según Hustedt 1930: 394; fig. 747.

Valva ligeramente arqueada con ápices subrostrados. Margen en el que se ubica la rafe cóncavo en el centro y convexo en los extremos, margen opuesto recto a ligeramente convexo. Rafe excéntrica, fíbulas centrales más distantes. Estrías visibles al microscopio óptico. Dimensiones: largo: 66-176 µm; ancho: 7-8 µm; estrías en 10 µm: 18; fíbulas en 10 µm: 5-8 (centro) y 5 (extremos).

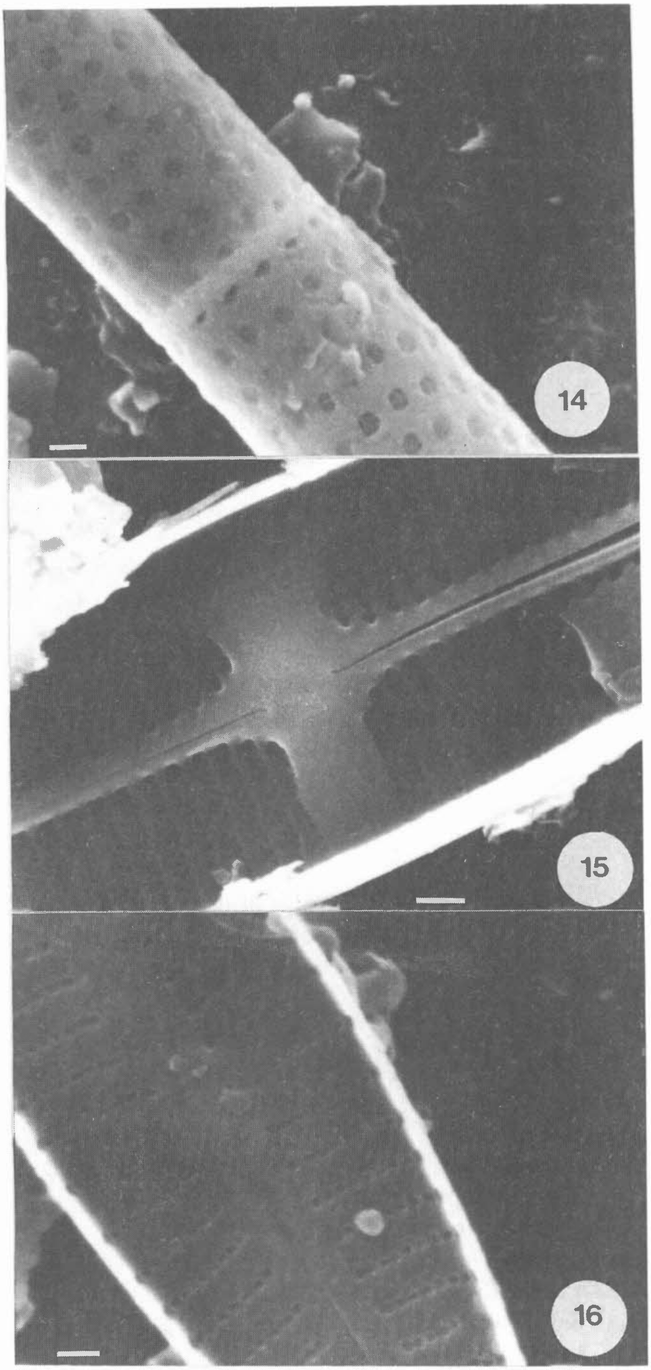
MATERIAL ESTUDIADO. 300.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. Presente en agua dulce; ubicua; oligohalobia indiferente; pH indiferente; oligosaprobia hasta eutrófica con alta conductividad (Luchini & Verona 1972, Zalocar & Maidana 1997).

DISTRIBUCIÓN. Cosmopolita. En Colombia se encuentra en la provincia andina y la provincia de zonas bajas (Santiago Duque, datos inéditos).

Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith Fig. 11.

W. Smith 1853: 39, lám. 13, fig. 108 según Krammer & Lange-Bertalot 1988: 32, fig. 23: 1-9, fig. 24: 1.



Figuras 14-16. Fotografías al MEB de algunas diatomeas. 14. *A. granulata* var. *angustissima*. Detalle de células intermedias; 15. *L. hungarica*. Vista valvar interna, detalle del estauro, estrías biseriadas y extremos proximales de la rafe; 16. *G. parvulum*. Vista valvar interna, detalle de las estrías. Todas las figuras tienen escala de 1 μm.

Valvas sigmoides de ápices agudos. Rafe excéntrica. Estrías indistinguibles al MO. Fíbulas distribuidas regularmente. Dimensiones: largo: 134-163 µm; ancho: 5-6 µm; fíbulas en 10 µm: 9-10.

Material Estudiado. 159, 300.

Caracterización Ecológica. Mesohalobia, eurihalina, pH indiferente (Luchini & Verona 1972, Zalocar & Maidana 1997).

Distribución. Cosmopolita. Se encuentra en Colombia en la provincia andina y en zonas bajas (Santiago Duque, datos inéditos).

Agradecimientos

La Universidad Nacional de Colombia (Sede Leticia y División Nacional de Investigación), COLCIENCIAS y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI financiaron el trabajo. En la Universidad de La Plata, Argentina se realizó el estudio de los materiales con el MEB. Las ilustraciones son de María Eugenia Morales.

Literatura citada

Anonimo. 1975. Proposal for a standardization of diatom terminology and diagnosis. Beihefte zu Nova Hedwigia 53: 354-523.

Cleve, P. T. & A. Grunow. 1880. Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, 17 (2).

Donato, J. C. 1998. Los sistemas acuáticos de Colombia: síntesis y revisión. Págs. 31-47. En Guerrero E. (ed.). Gestión de Humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia - UICN-Sur. Santafé de Bogotá.

Duque, S. R. 1998. Estudio de humedales en la Amazonia colombiana. Págs. 73-91. En Guerrero E. (ed.). Gestión de Humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia - UICN-Sur. Santafé de Bogotá.

Duque, S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología. Págs. 71-134. En IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo–Brasilero (Eje Apaporis–Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia. Santafé de Bogotá.

Ehrenberg, C. G. 1841. Über Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Sud und Nord-Amerika. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten. Verhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1: 139-144.

Ehrenberg, C. G. 1841 (1843). Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Sud und Nord-Amerika. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Theil 1: 291–445.

Gómez, N. 1988. Diatomeas del Embalse Río III. Tesis doctoral No. 508, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Argentina.

Griffith, J. W. & A. Henfrey. 1856. Diatomaceae in Micrographic Dictionary, 1st. Ed., J. Van Boorst, London.

Grunow, A. 1862. Die Österrreischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bakannten Gattugeen und Arten. Erste Folge. Epithemiaceae, Meridioneae, Diatomeae, Entopyleae, Surirelleae, Amphipleureae. Verhandlungen der Kaisserlich-Königlichen zoologisch-botanischen Gesselschaft in Wien, 12: 315-472.

Grunow, A. 1870. Algae in "Reise der Österrreischen Fregatte Novara um die Erde in der Jahren 1857, 1858,1859. Botanische, Theil I, 1-104, taf. 1-11.

Hasle, G. R. & G. A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. Transactions of the American Microscope Society 89: 469-474.

Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). In A. Pascher (ed.). Die Süsswasser Flora Mitteleuropas. Vol. 10. Gustav Fisher, Jena.

Jackson, C. D. & R. L. Lowe. 1978.Valve ultraestructure of species of the diatom genera *Gyrosigma* and *Pleurosigma* from the Portage River Drainage system, Ohio. Transactions of the American Microscope Society 97: 569-581.

Kilham, S. S. & P. Kilham. 1975. Melosira granulata (Ehr.) Ralfs: morphology and ecology of a cosmopolitan freshwater diatom. Verhandlungen der Internationales für Vereinnigung Theorestische und Angewandte Limnologie 19: 2716-2721.

KRAMMER, K. 1997a. Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* Part. Bibliotheca Diatomologica 36: 1-382, 99 Ta. J. Cramer, Berlin.

KRAMMER, K. 1997b. Die Cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* und *Cymbellopsis*. J. Cramer, Berlin.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae 1: Naviculaceae. In Ettl et al. (eds.). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, vol 2/1. Fischer Verlag, Sttutgart.

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Ettl. et al. (eds.). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, vol. 2/2. Fischer Verlag, Sttutgart.

KRAMMER K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991. Bacillariophyceae 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Ettl et al. (Eds.). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, vol 2/3. Fischer Verlag, Sttutgart.

KÜTZING, F. T. 1844. *Die kielschaligen Bacillarien oder Diatomeen*, Auflage 2. Nordhausen, 1865.

KÜTZING, F. T. 1849. *Species Algarum*. F. A. Brockhaus, Lipsiae.

LOWE, R. 1975. Comparative ultraestructure of the valves of some *Cyclotella* species (Bacillariophyceae). Journal of Phycology 1: 415-424.

LUCHINI, L. & C. A. VERONA. 1972. Catálogo de diatomeas argentinas I: Diatomeas de aguas continentales. Monografía 2. CIC, Buenos Aires.

PATRICK R. & C. W. REIMER. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia No. 13.

PATRICK R. & C. W. REIMER. 1975. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia No. 13.

PUTZ, R. & W. J. JUNK. 1997. Phytoplankton and periphyton. Págs. 207-219 en Junk (ed.) The central Amazon floodplain, ecology of a pulsing system. Springer-Verlag, Berlin.

REICHARDT, E. 1995. *Die diatomeen (Bacillariophyceae) in Ehrenberg's Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843).* Koeltz Scientific Books, Koenigstin, Alemania.

ROSS, R., E. J. COX, N. I. KARAYEVA, D. G. MANN, T. T. B. PADDOCK, R SIMONSEN & P. A. SIMS. 1979. An emended terminology for the siliceus components of the diatom cell. Nova Hedwigia, Suppl. 64: 513-533.

ROUND, F. E. & P. W. BASSON. 1997. A new monoraphid diatom genus *Pogoneis* from Bahrain and the transfer of previously described species *A. hungarica* and *A. taeniata* to new genera. Diatom Research 12: 71-81.

ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. G. MANN. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera.* Cambridge University Press, Cambridge.

SCHMIDT, S. A., M. SCHMIDT, F. FRICKLE, H. HEIDEN, O. MÜLLER & H. HUSTEDT. 1874- 1959. *Atlas der Diatomaceen Kunde.* R. Reisland. Leipzig.

SIMONSEN, R. 1979. The Diatom System: Ideas on Phylogeny. Bacillaria 2: 9-71.

SMITH, WM. 1853. *Synopsis of British Diatomaceae.* Vol. 1. J. van Voorst, London.

UHERKOVICH, G. 1984. Phytoplankton. Págs. 295-310 en Sioli (ed.). *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.* Dr. Junk Publishers, Dordrecht, Holanda.

UHERKOVICH, G. & H. RAI. 1979. Algen aus dem Rio Negro und seinen Nebenflüssen. Amazoniana. 6: 611-638.

VANLANDINGHAM, S. 1967-1979. Catalogue of the fossil and recent genera and species of Diatoms and their synonyms. 1:1-493, 1967; 2: 494-1086, 1968; 3: 1087-1756, 1969;4: 1757-2385, 1971; 5:2386-2963,1975; 6: 2964-3605, 1978; 7: 3606-4241, 1978; 8: 4242-4654, 1979. J. Cramer, Stuttgart.

WEST, B. S. 1914. A contribution to our knowledge of freshwater algae of Colombia. Págs. 1013-

1051. en: Furhmann & Mayor (eds.). Voyage d' exploration scientifique in Colombie.

Zalocar de D., Y. & N. I. Maidana. 1997. Taxonomic and ecological studies of the Paraná river diatom flora (Argentina). Bibliotheca Diatomologica 34. J. Cramer, Stugart.

Recibido el 20 de abril de 1998.
Versión final aceptada el 15 de septiembre de 1998.